

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-326194

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-326194 ]

出 願 人

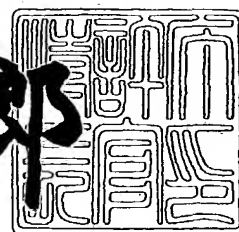
Applicant(s):

豊田合成株式会社

2003年 4月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3024426

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02104TG

【提出日】 平成14年11月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合  
成株式会社内

    【氏名】 橋村 昌樹

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合  
成株式会社内

    【氏名】 長坂 尚久

【特許出願人】

    【識別番号】 000241463

    【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

    【代表者】 松浦 剛

【代理人】

    【識別番号】 100087723

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤谷 修

    【電話番号】 052-363-2558

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 007445

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0012134

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 III族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成されたIII族窒化物系化合物半導体素子を分離して個々のIII族窒化物系化合物半導体素子とする製造方法において、

レーザーにより分離溝を形成したのち研磨処理又はブラスト処理を行うことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項2】 前記分離溝はIII族窒化物系化合物半導体層及び電極を形成した表面側とは反対側の裏面に形成し、当該裏面側を研磨処理又はブラスト処理することを特徴とする請求項1に記載のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項3】 処理はブラスト処理であって、用いる粒子は、分離溝の幅の1／2程度の直径の粒子を中央値の成分とすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項4】 前記基板はサファイア基板であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項5】 処理はブラスト処理であって、前記粒子は主としてアルミナ又は炭化珪素からなることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は基板上に形成されたIII族窒化物系化合物半導体素子の製造方法に関する。本発明は、特に、基板上に形成されたIII族窒化物系化合物半導体素子を容易且つ歩止まり良く分離して、個々のIII族窒化物系化合物半導体素子を得るための製造工程に関する。

【0002】

【従来の技術】

III族窒化物系化合物半導体素子の製造、例えばLED等の製造においては、基板としてサファイアやスピネルなどが用いられている。これらの材料の基板はシリコンやガリウムヒ素を用いた基板と異なり、加工が容易でないため、基板上にIII族窒化物系化合物半導体を積層して得られるウエハを個々の素子に分割する際、他の半導体素子とは異なり困難が伴う。公知技術としては例えば以下の特許文献1乃至3のような技術がある。

## 【0003】

## 【特許文献1】

特開平 7-131069号公報

## 【特許文献2】

特開平 5-315646号公報

## 【特許文献3】

特許第3230572号公報

## 【0004】

特許文献1、2のように、例えば、エッチングにより分離線上のIII族窒化物系化合物半導体層の一部を除去し、又はダイヤモンドブレードを用いたダイサーにより基板の表面から約 $10\mu\text{m}$ の深さに達する分離溝を形成した後（いわゆるハーフカット）、裏面にスクライバーで浅い裏面溝を形成してローラーブレイキングして素子を分離していた。この際、素子形成後に厚さ $300\mu\text{m}$ のウエハの裏面を研磨してウエハの厚さを $100\mu\text{m}$ 程度としてから裏面溝を形成することが多かった。その結果、分離に際し、素子として機能しないような割れ方をしたもの（素子ワレ）や周辺部が一部欠けて正常品とは認めがたいもの（カケ）を合わせて5%程度生じるものがあった。ダイサーにより、基板の分離溝を深さ $10\mu\text{m}$ に形成する場合、その分離溝の幅は $20\sim 30\mu\text{m}$ が必要である。基板表面からの深さを大きくすると基板のワレ方に起因する不具合が低減されるが、深くするには幅もより広げざるを得ない。分離溝の幅が大きくなると、1枚のウエハから得られる半導体素子の個数が減少する。更に異なる厚さのウエハに対しては例えば裏面研磨の時間や条件設定を変えなければならないが、それは試行錯誤を伴う極めて煩雑な作業である。一方、特許文献3等のように、レーザービーム

により分離溝を形成するものが各種提案されているが、III族窒化物系化合物半導体素子の製造において、実用化には至っていない。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

レーザービームにより分離溝を形成する場合、基板材料や半導体材料の溶融、蒸発が生じるため、反応物が素子面を汚染する。このうち素子の表面の汚染については、分離溝形成前に保護膜等で被覆するなどして防止することができる（出願人による特願2002-183730）。或いは素子形成面である表面ではなく、裏面に分離溝を形成する手段も考えられる。しかし、形成した分離溝自体は、素子の外周、即ち側面に基板が溶融し再固化した形で残る。透明なサファイア基板に形成した発光素子の場合は、この素子外周（側面）及び裏面に非透明物を形成することとなり、光取り出し効率を低下させることとなる。

#### 【0006】

本発明は上記の課題を解決するために完成されたものであって、分離後の素子外周における基板の溶融物を極力除去することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の手段によれば、基板上に形成されたIII族窒化物系化合物半導体素子を分離して個々のIII族窒化物系化合物半導体素子とする製造方法において、レーザーにより分離溝を形成したのち研磨処理又はブラスト処理を行うことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法である。ここでブラスト処理とは、微粒子粉体を被処理物に高圧で吹きつけ、被処理物表面を削るものを言う。

#### 【0008】

また、請求項2に記載の手段によれば、分離溝はIII族窒化物系化合物半導体層及び電極を形成した表面側とは反対側の裏面に形成し、当該裏面側を研磨処理又はブラスト処理することを特徴とする。また、請求項3に記載の手段によれば、処理はブラスト処理であって、用いる粒子は、分離溝の幅の1/2程度の直径の粒子を中央値の成分とすることを特徴とする。また、請求項4に記載の手段に

よれば、基板はサファイア基板であることを特徴とする。また、請求項5に記載の手段によれば、処理はブラスト処理であって、粒子は主としてアルミナ又は炭化珪素からなることを特徴とする。

## 【0009】

## 【作用及び発明の効果】

以下に示す通り、研磨処理又はブラスト処理において条件を適切に設定することにより、分離後のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の特性を損ねることなく、溶融し再固化した基板の溶融物を大幅に除去できることが本願発明者らによって確かめられた。即ち、レーザービームにより分離溝を形成したのち、研磨処理又はブラスト処理をすることにより、分離後に非透明な基板の溶融物を除去した、III族窒化物系化合物半導体発光素子を得ることが可能となる（請求項1）。また、ダイサーやスクライバーを用いる場合に必要の高価な消耗品（切削器具）を使用することがないので、製造コストを抑制することができる。

## 【0010】

レーザービームによる分離溝の形成及び研磨処理若しくはブラスト処理を素子を形成した表面側でなく裏面側に行うことにより、素子を形成するIII族窒化物系化合物半導体層への影響を抑えることができる。これは極めて深い裏面溝を形成可能とするので、他のダイサーやスクライバーを用いず、実質的にレーザービームによる分離溝のみでウエハの分離も可能となる。また、研磨処理又はブラスト処理により基板裏面が削られ、ブラスト粒子の大きさ程度の凹凸が形成される。これは素子の発光の際にチップ底面で乱反射することとなり、光取り出し性が向上する（請求項2）。

## 【0011】

レーザービームによる分離溝には当該分離溝程度の大きさの溶融物が固化しているもので、その大きさのものを吹き飛ばせるよう、ブラスト処理に用いる粒子の大きさを設定することが必要である。このためには粒子は、分離溝の幅の1/2程度の直径の粒子を中央値の成分とすることが望ましい（請求項3）。サファイア基板を用いることで、フリップチップタイプの発光素子を形成し、裏面から光取り出し性の向上した、III族窒化物系化合物半導体発光素子を得ることができ

る（請求項4）。粒子は他の望ましくない影響を有しない様な化合物等が望ましく、主としてアルミナ又は炭化珪素からなることが望ましい（請求項5）。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

図1は本発明の概要を示すための説明図である。図1（a）はIII族窒化物系化合物半導体発光素子を示す斜視図である。外周側面のうち、L Cと示した部分はレーザー照射により形成された分離溝の側面であり、B rと示した部分は分離溝から発生させた亀裂により生じた基板の分離面である。

#### 【0013】

基板表面にIII族窒化物系化合物半導体発光素子を形成し、裏面からレーザーを照射して分離溝を形成し、単にローラーブレイキングした場合は、図1（b）の斜視図のようにレーザーによる基板の溶融再固化物Mが分離溝側面に、また、蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物A bが基板裏面全体に付着することとなる。これは図1（c）の断面図のように、分離溝側面全体と、基板裏面全体を覆う。通常これらは非晶質のため非透明であり、III族窒化物系化合物半導体発光素子の光取り出し性を悪化させる。そこで本発明の研磨処理又はブラスト処理ののちローラーブレイキングすることで、図1（d）の斜視図の及び図1（e）の断面図のように、溶融再固化物Mをほとんど除去して、分離溝側面L Sを露出させ、また、蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物A bを除去し、表面荒れを有する基板裏面B Sを露出させることができる。こうして、非透明な溶融再固化物Mや蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物A bを外周部及び裏面にほとんど有せず、裏面に凹凸を有するIII族窒化物系化合物半導体発光素子を簡便に形成することができる。

#### 【0014】

図2に本発明の実施例を工程図等で示す。まず、図2（a）乃至（c）が本発明の実施態様を示す工程図である。基板1にIII族窒化物系化合物半導体層、電極その他の必要な層を形成する。図2（a）乃至（c）では間略して1つの層としてIII族窒化物系化合物半導体素子層2と示した。次にIII族窒化物系化合物半導体素子層2を形成した側に粘着シート3を貼り、ウェハを裏返して基板1裏面



を上向きにする(図2(a))。次に、必要に応じて基板を研磨して薄肉化しても良い。

#### 【0015】

次にレーザー照射により、ウエハを裏面に格子状に分離溝を形成する。格子状とは例えば図2(d)のようにする。こうして図2(b)のように、溶融再固化物Mを有した状態で分離溝が形成される。次に研磨処理又はブラスト処理を行い、分離溝の溶融再固化物Mを除去すると、図2(c)のように分離溝側面LSが露出する。こうしてローラーブレーキング等により分離溝から亀裂BLを生じさせて、個々のIII族窒化物系化合物半導体発光素子に分離する。

#### 【0016】

研磨処理又はブラスト処理前後の詳細図を図2(e)及び図2(f)に示す。図2(e)は研磨処理又はブラスト処理前における、図2(b)でAと示した部分の拡大図である。分離溝表面に溶融再固化物Mが付着し、基板1裏面には蒸発(昇華)再固化物又は溶融飛散再固化物Abが一様に付着している。ここで、研磨処理又はブラスト処理により、分離溝表面の溶融再固化物Mを除去すると、研磨処理の場合は当然基板裏面全体、ブラスト処理の場合もブラスト噴出孔が分離溝の幅よりも大きいので、ブラスト粒子が基板1裏面にも叩きつけられ、ブラスト粒子により蒸発(昇華)再固化物又は溶融飛散再固化物Abが除去され、更には基板1裏面の一部をも削ることとなる。こうして、図2(e)でZと示した範囲が研磨処理又はブラスト処理される。これにより図2(f)のように、分離溝側面LSが露出するまで研磨処理又はブラスト処理を行えば、表面荒れを生じた基板裏面BSを露出させることができる。

#### 【0017】

以下の実施例ではサファイア基板を用いるものを示すが、本発明を適用する際の基板はサファイア基板に限定されない。基板としてはサファイア、シリコン(Si)、炭化ケイ素(SiC)、スピネル( $MgAl_2O_4$ )、ZnO、MgOその他の無機結晶基板、リン化ガリウム又は砒化ガリウムのようなIII-V族化合物半導体あるいは窒化ガリウム(GaN)その他のIII族窒化物系化合物半導体等を用いることができる。下記実施例ではIII族窒化物系化合物半導体層を形成する方法を特に例示しないが、形

成方法は有機金属気相成長法（MOCVD又はMOVPE）が好ましいが、分子線気相成長法（MBE）、ハライド気相成長法（Halide VPE）、液相成長法（LPE）等を用いても良く、各層を各々異なる成長方法で形成しても良い。また、例えばサファイア基板上にIII族窒化物系化合物半導体積層する際、結晶性良く形成させるため、サファイア基板との格子不整合を是正すべくバッファ層を形成することが好ましい。各図面では簡略化して要部のみを説明するため、電極その他の形成を省略しているが電極の形成や各部分の形状は、当然発光素子の設計に応じて任意に形成して良い。

## 【 0 0 1 8 】

## 〔実施例〕

厚さ約300  $\mu\text{m}$ のサファイア基板1上にIII族窒化物系化合物半導体層2を積層して、約3000個のpnダブルヘテロ接合構造の青色LED素子を形成した。このウエハの素子形成側面に粘着シートを貼り、裏面を機械研磨してウエハを薄肉化し、厚さを90～150  $\mu\text{m}$ とした。次に裏面からYAGレーザーの第3次高調波（波長355nm）を用い、ビーム径約10  $\mu\text{m}$ のレーザービームを分離線に沿って照射し、幅10～15  $\mu\text{m}$ 、深さ50～90  $\mu\text{m}$ の分離溝を形成した。

## 【 0 0 1 9 】

次に2000メッシュのアルミナ粒子（粒径の中央値は7  $\mu\text{m}$ ）を用いて、ブラスト処理を行い、裏面を洗浄、乾燥させたのち、ローラーブレーキングした。得られた青色LED素子は、レーザーによらずに従来のダイサー又はスクライバーを用いる方法で分離したものと比較して、光取り出し性が向上し、他の素子特性も同等であった。また、ワレ、カケによる歩留まりも、本発明による分離方法においては従来のダイサー又はスクライバーを用いる分離方法より向上した。

## 【 0 0 2 0 】

本発明を実施した様子を顕微鏡写真として図3乃至図6に示す。図3は、上記実施例におけるレーザー照射により分離溝を形成したブラスト処理前の、ウエハ裏面の顕微鏡写真である。図3（a）、（b）はそれぞれウエハの異なる位置を示す。図3（a）右側に示した通り十文字様の黒い帯状の部分が分離溝Lであり、その内部に細い帯状の溶融再固化物Mが観察される。また、分離溝Lの周囲に

は蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物 A b の特に多い部分が観察されるが、蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物 A b はウエハの分離溝 L 以外の裏面全体にわたって付着している。図 3（b）では粒状の蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物 A b が目立たず、分離溝 L の周囲に一樣に蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物 A b が付着しているものである。

#### 【 0 0 2 1 】

図 4、図 5 はブラスト処理が不十分で、レーザー溶融物が残ったウエハの顕微鏡写真図である。図 4 のウエハは、ブラスト噴射圧力 0.25MPa で各分離溝 L に沿って 2 回のブラスト処理をしたもの、図 5 のウエハは、ブラスト噴射圧力 0.35MPa で各分離溝 L に沿って 2 回のブラスト処理をしたものである。いずれも分離溝 L 内部に溶融再固化物 M が残存していることがわかる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 6 はブラスト処理を十分に行い、レーザー溶融物がほぼ除去されたウエハの顕微鏡写真図である。この処理はブラスト噴射圧力 0.35MPa で各分離溝 L に沿って 10 回のブラスト処理をしたものである。若干の残存が見られるものの、溶融再固化物 M はほぼ除去されている。

#### 【 0 0 2 3 】

上記実施例においてはブラスト処理をする実施例を示したが、本発明は機械研磨によっても達成できる。この時、研磨に用いる研ぎ粉の粒径が分離溝 L の幅の  $1/2$  程度の中央値を持つものが好ましい。これにより分離溝 L の側面 L S に付着した非透明の溶融再固化物 M を除くことが可能である。また、当然、機械研磨により基板の裏面に付着した蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物 A b も除去可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

III 族窒化物系化合物半導体素子の、（a）は素子形成側の斜視図、（b）は従来の裏面側の斜視図、（c）は従来の断面図、（d）は本発明による裏面側の斜視図、（e）は本発明による断面図。

##### 【図 2】

本発明の具体的な実施態様に係るIII族窒化物系化合物半導体素子の製造方法の、(a)乃至(c)は工程図、(d)は分離溝の形成を示す図、(e)及び(f)は研磨処理又はブラスト処理の詳細な説明図。

【図3】

本発明のブラスト処理を行う前のレーザー溶融物が残ったウエハの顕微鏡写真図。

【図4】

ブラスト処理が不十分でレーザー溶融物が残ったウエハの顕微鏡写真図。

【図5】

ブラスト処理が不十分でレーザー溶融物が残った別のウエハの顕微鏡写真図。

【図6】

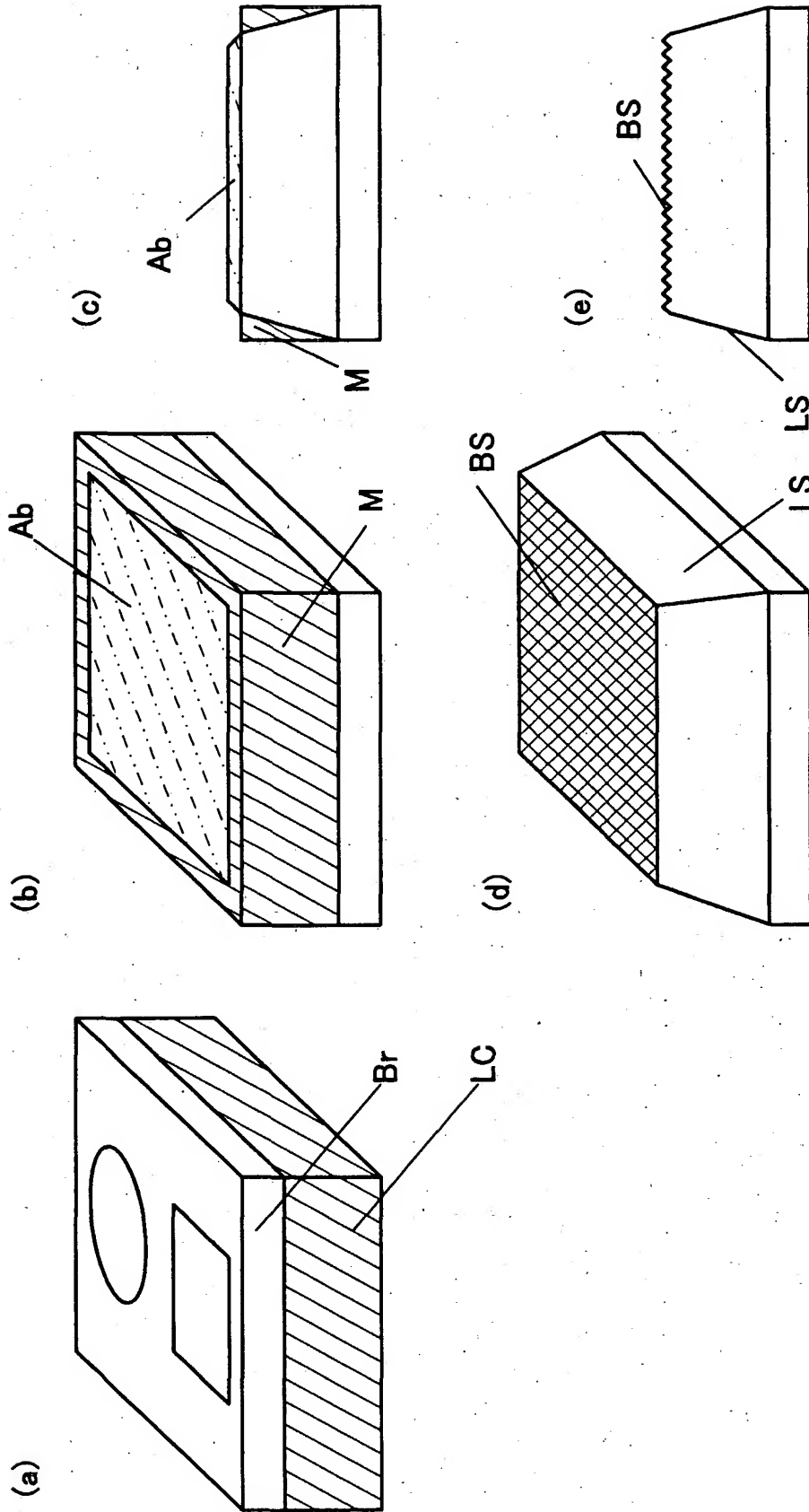
本発明のブラスト処理によりレーザー溶融物がほぼ除去されたウエハの顕微鏡写真図。

【符号の説明】

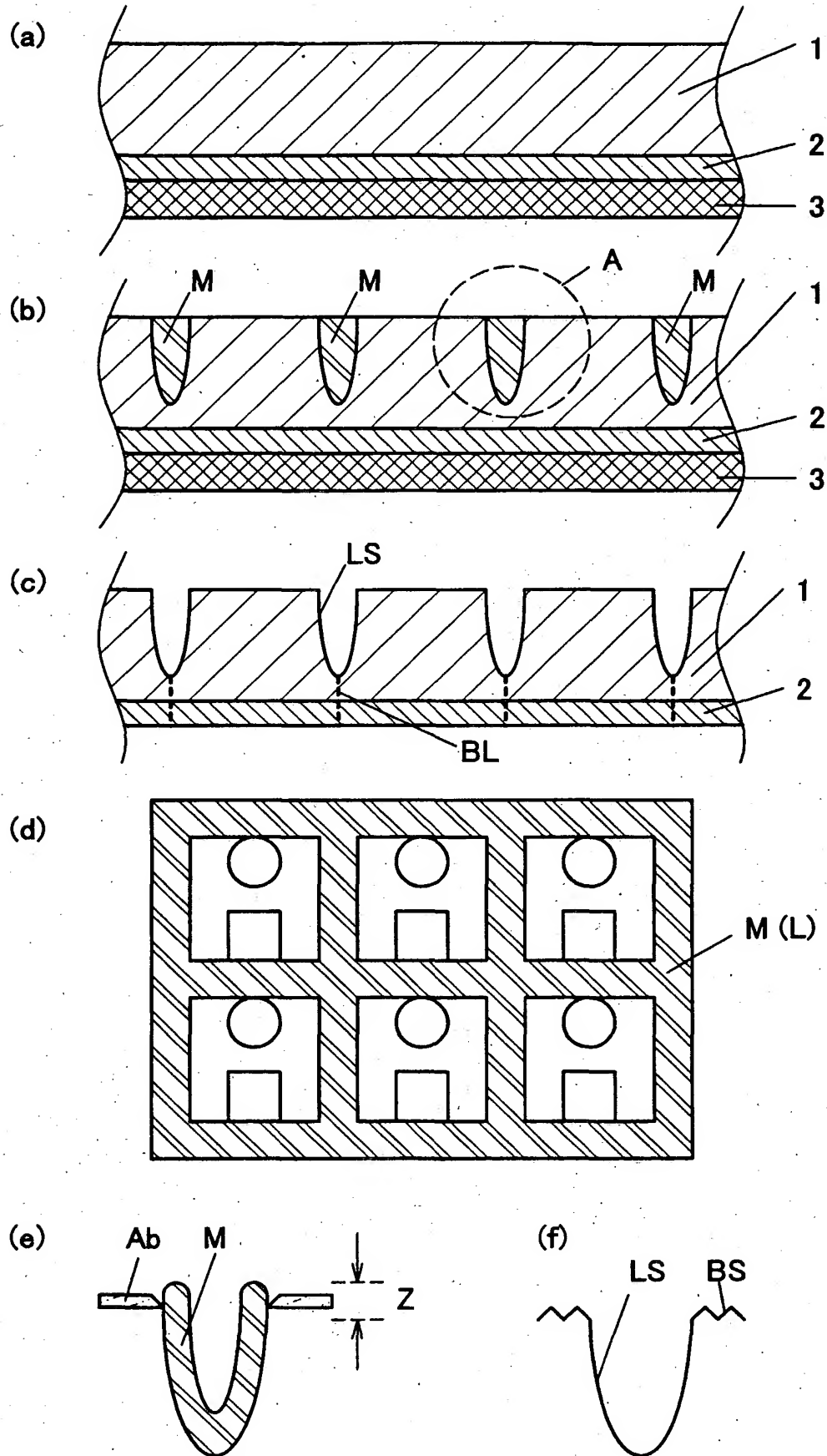
- 1 基板
- 2 III族窒化物系化合物半導体素子層
- 3 粘着シート
- A b 蒸発（昇華）再固化物又は溶融飛散再固化物
- B S 凹凸を有する基板裏面
- L レーザー照射により形成された分離溝
- L S 分離溝側面
- M 溶融再固化物

【書類名】 図面

【図 1】



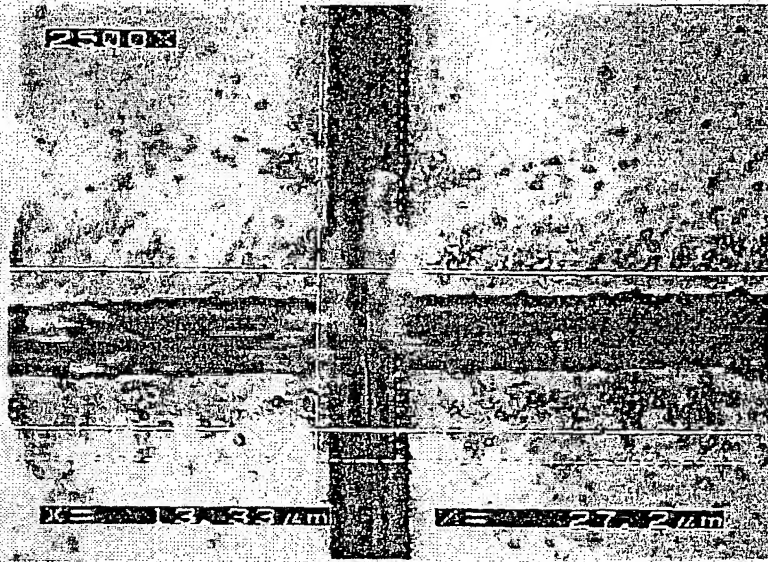
【図 2】



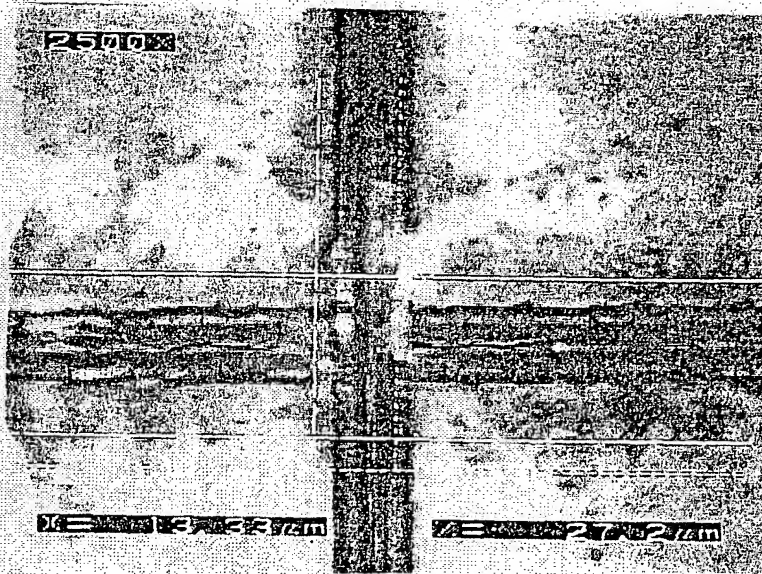


【図3】

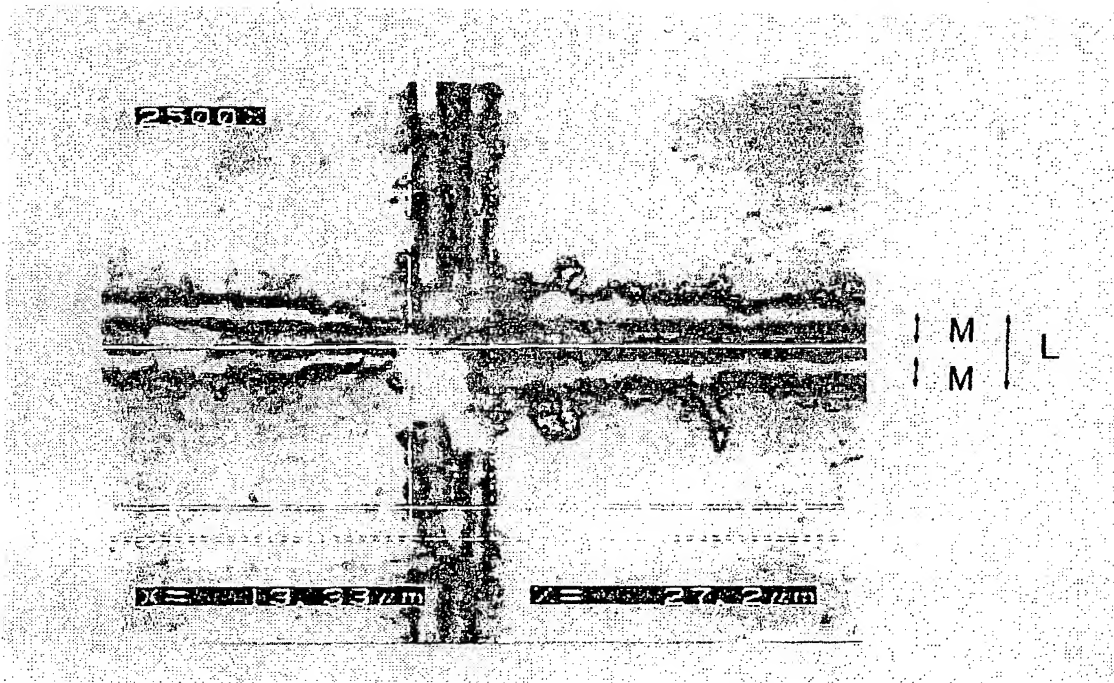
(a)



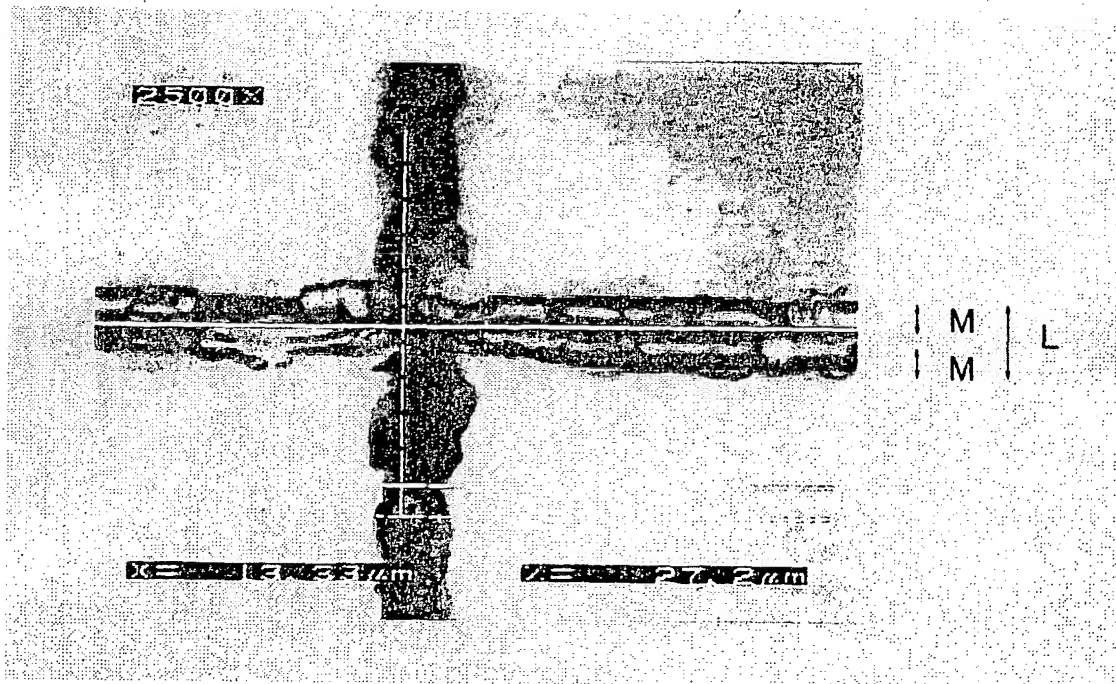
(b)



【図4】

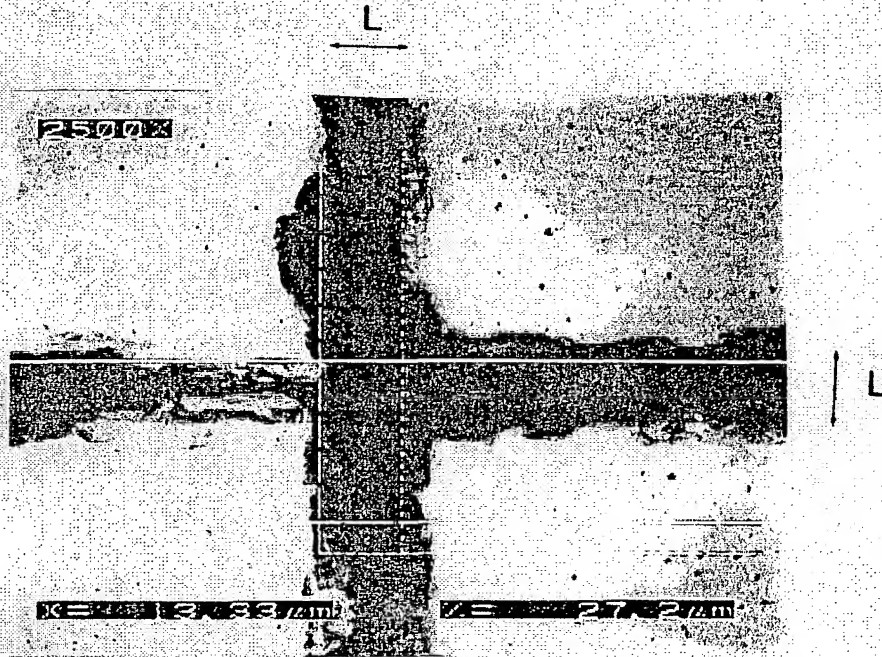


【図5】

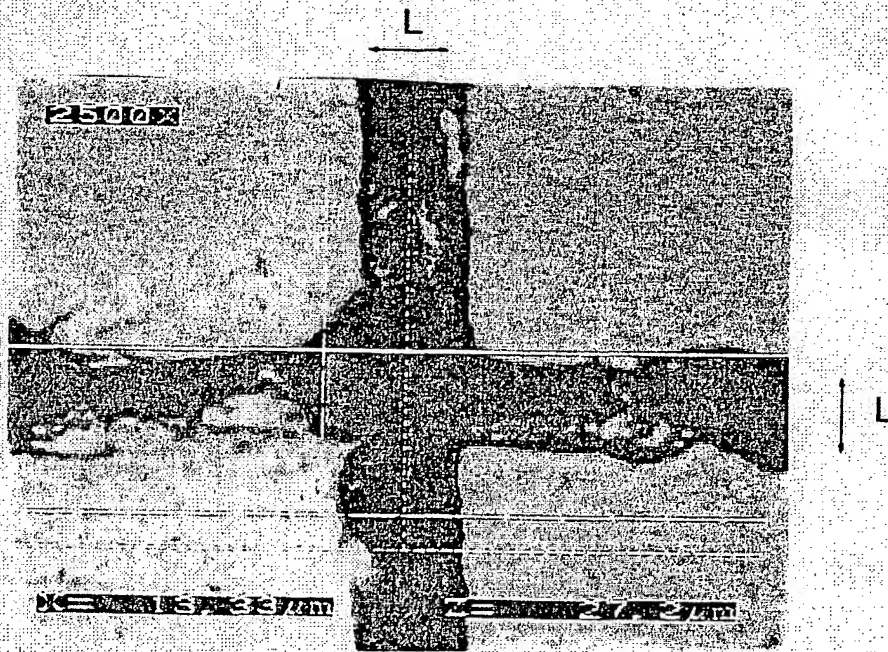


【図6】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウエハにレーザーにより分離溝を形成し、非透明な溶融再固化物を除いてから個々のIII族窒化物系化合物半導体発光素子を得る。

【解決手段】 基板1にIII族窒化物系化合物半導体素子層2を形成し、粘着シート3を貼り、ウエハを裏返す(a)。レーザー照射により、ウエハを裏面に格子状(d)に分離溝を形成すると、溶融再固化物Mを有した状態で分離溝が形成される(b)。分離溝側面LSが露出するまでブラスト処理を行う(c)。こののちローラーブレーキング等により個々の素子に分離する。(e)はブラスト処理前の(b)でAと示した部分の拡大図であり、分離溝表面に溶融再固化物Mが、基板1裏面には溶融飛散再固化物Abが一様に付着している。(f)のように、分離溝側面LSが露出するまでブラスト処理を行えば、更には基板1裏面の一部をも削ることとなり、表面荒れを生じた基板裏面BSを露出させ、光取り出し性を向上させることができる。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000241463]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地  
氏 名 豊田合成株式会社